

## Sektion 17

### Nematologie

#### 17-1 - Modellierung des Infektionspotentials von *Heterodera schachtii* in verschiedenen Bodentiefen an Zuckerrübe

*Inoculum potential of Heterodera schachtii at different soil depths on sugar beet*

**A. Westphal, A. Meinecke, A. Hermann<sup>2</sup>, K. Ziegler<sup>3</sup>, K. Bürcky<sup>4</sup>, D. Kaemmerer<sup>2</sup>, M. Daub**

Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenschutz im Ackerbau und Grünland

<sup>2</sup>Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Lange Point 10, 85354 Freising, Deutschland

<sup>3</sup>Arbeitsgemeinschaft Zuckerrüben Franken, Würzburger Str. 44, 97246 Eibelstadt, Deutschland

<sup>4</sup>Südzucker AG, Marktbreiter Straße 74, 97199 Ochsenfurt, Deutschland

*Heterodera schachtii* kann die Ertragsbildung von Zuckerrübe und Kruziferen ganz empfindlich stören. Mit zunehmender Anbaufläche des für *H. schachtii*-anfälligen Winterrapses kommen potentiell immer häufiger tief-wurzelnde Wirtspflanzen innerhalb einer Fruchtfolge vor. Hieraus ergab sich das erhöhte Interesse an den Effekten von Populationen unterhalb der Pflugtiefe auf das Rübenwachstum. Das prinzipiell hohe Infektionsvermögen von Populationen aus 30-60 cm Tiefe konnte bereits gezeigt werden. In dem hier vorliegenden Gemeinschaftsprojekt sollte geklärt werden, ob sich Voraussagen über das Schadverhalten von Nematoden in tiefen Bodenschichten unter Praxisbedingungen treffen lassen. Hierzu wurde in einem Mikroplotversuch der Boden in 60 cm tief eingelassenen runden Röhren (30 cm Durchmesser) mit Nematoden (200 bis 2000 Eier pro 100 g Boden) inokuliert: 0-60 cm nicht infiziert, 0-60 cm infiziert, 0-30 cm infiziert (30-60 cm nicht infiziert) oder 30-60 cm infiziert (0-30 cm nicht). Das sich ergebende Modell aus Penetrationsraten und ihrem Einfluss auf das Rübenwachstum wurde dann an den Populationsdichten von Nematoden und Rübenenerträgen aus 39 Feldversuchen getestet. Hierbei zeigten sich additive Effekte der Populationen in verschiedenen Schichten, die sich zu einem Modell zusammenfügen ließen. Insgesamt hatten tiefere Populationsdichten zwar eine deutlich geringere Schadwirkung als die in der Pflugtiefe. Ihr ertragsmindernder Effekt war aber nachweislich auch auf Praxisflächen vorhanden, so dass eine Nichtbeachtung dieser Nematodenpopulationen nicht angebracht erscheint.

#### 17-2 - Wirkung nematodentoleranter Zuckerrübensorten auf die Populationsdynamik des Rübenzystennematodens *Heterodera schachtii* in Südwestdeutschland

*Effects of nematode-tolerant sugar beet varieties on population dynamics of the beet cyst nematode Heterodera schachtii in South West Germany*

**Marie Reuther<sup>\*,2</sup>, Swenja Wach<sup>3</sup>, Kerstin A. Nagel<sup>4</sup>, Christian Lang, Florian M.W. Grundler<sup>2</sup>**

\*reuther@ruebe.info

Verband der Hess.-Pfälz. Zuckerrübenanbauer e.V., Rathenaustraße 10, Worms, Deutschland

<sup>2</sup>INRES-Molekulare Phytomedizin, Karlrobert-Kreiten Straße 13, 53113 Bonn, Deutschland

<sup>3</sup>DLR Rheinhessen-Nahe-Hunsrück, Rüdesheimer Str. 60-68, 55545 Bad Kreuznach, Deutschland

<sup>4</sup>IBG-2: Pflanzenwissenschaften, Forschungszentrum Jülich GmbH, 52425 Jülich, Deutschland

Der Rübenzystennematode *Heterodera schachtii* stellt in den Zuckerrübenanbaugebieten Südwestdeutschlands ein zentrales Problem dar. Ein nematodenreduzierender Zwischenfruchtanbau ist auf Grund der trockenen Witterung weder wirksam noch wirtschaftlich rentabel. Wichtigstes Element des Nematodenmanagements ist deshalb die Sortenwahl. Neben dem

nematodenanfälligen Sortentyp, an welchem sich *H. schachtii* gut vermehrt ( $Pf/Pi > 1$ ), bestehen tolerante und resistente Sortentypen, welche die Nematodenpopulation erwartungsgemäß nicht erhöhen ( $Pf/Pi = 1$ ) bzw. zu reduzieren vermögen ( $Pf/Pi < 1$ ). Die biologischen Hintergründe der Sortenwirkung auf die Nematodenpopulation sind noch weitgehend unbekannt. Trotzdem wird der Ertrag bereits auf 70% der regionalen Rübenanbaufläche durch nematodentolerantes Saatgut gesichert. Der Anbau einer resistenten Sorte ist auf Grund des geringen Ertragspotentials für die Praxis irrelevant.

Seit 2010 wird die sortenabhängige Vermehrung von *H. schachtii* auf Befallsstandorten der Region durch Bodenprobennahme nach Aussaat und Ernte der verschiedenen Sorten (1 anfällige, 8 tolerante, 2 resistente) untersucht. Der potentielle Befall wird nach Aussaat ( $Pi$ ) und Ernte ( $Pf$ ) mittels Acetox-Schlupftest und Auszählung getrennt für zwei Bodentiefen (0-30 und 30-60 cm) als Anzahl geschlüpfter Larven je 100 g Boden bestimmt. Die Werte  $Pi$  und  $Pf$  werden für die Berechnung des Vermehrungsindex  $Pf/Pi$  sowie die absolute Vermehrung  $Pf-Pi$  herangezogen.

Eine dreijährige Auswertung je einer für einen Sortentyp stellvertretenden Sorte von 19 Befallsstandorten zeigt, dass sich tolerante und resistente Sorten in ihrer Wirkung auf *H. schachtii* weitaus ähnlicher sind als bisher angenommen. Während die anfällige Sorte ein starkes Vermehrungspotential ( $Pf/Pi = 2,04$ ) aufweist, zeigen die tolerante ( $Pf/Pi = 0,65$ ) und resistente Sorte ( $Pf/Pi = 0,34$ ) ein Reduktionspotential für *H. schachtii* auf. Die Gefahr der Vermehrung durch tolerante Sorten besteht im Gegensatz zur anfälligen Sorte für die Region nicht.

Ein sortenspezifisches Wurzelwachstums könnte eine Erklärungen für die beobachteten Vermehrungen im Feld liefern. 2014 wurde daher begonnen verschiedene Sorten innerhalb der drei bestehenden Sortentypen hinsichtlich ihres Wurzelwachstums im Jungpflanzenstadium unter Befall zu charakterisieren. Erste Hinweise zur Erklärung der Sortenwirkung auf die Nematodenvermehrung im Feld liefert ein am Forschungszentrum Jülich durchgeführter Versuch in 60 cm tiefen Rhizotrongefäßen. Besonders die Primärwurzellänge scheint Indikator des sortenspezifischen Vermehrungspotentials zu sein.

### 17-3 - Integrated approach to the control of cyst nematodes in sugar beet

Konzept zur Bekämpfung von Zystennematoden *Heterodera schachtii* in Zuckerrüben

**Christian Schlatter, Stefan Mittler<sup>2</sup>**

Syngenta Crop Protection AG, Switzerland

<sup>2</sup>Syngenta Agro GmbH, Germany

Beet cyst nematode (*Heterodera schachtii*) has become a widespread pest in most of the German sugar beet growing area, and in other parts of the European and USA sugar beet growing area. Currently, genetic control (based on partial resistance or tolerance) is the most common way of safeguarding yield in commercial crops and all the main seed companies are producing high-yielding nematode-tolerant varieties for these markets. As an example in Germany the nematode segment increased up to nearly the half of the market during the gone years. However, the widespread use of these varieties is increasing the nematode population in the soil.

Looking ahead, Syngenta is now developing integrated solutions to secure high crop yields consistently through the sustainable long-term control of beet cyst nematode in sugar beet. This integrated approach based upon genetics, seed treatments and foliar-applied crop protection products will improve the reliability and durability of nematode control under a broad range of field conditions. Recent trial results in Germany, Europe and USA have confirmed the benefits of combining a tolerant or resistant hybrid with a new seed treatment product: increased sugar yield coupled with a reduction in the nematode population. The new seed treatment product is a breakthrough innovation based on *Pasteuria* spores – a natural enemy and obligate parasite against several nematodes species.

## **17-4 - Versuche zur Pathogenität von *Pasteuria* spp. gegen den weißen Rübenzystennematoden *Heterodera schachtii* – Potentiale für ein neues biologisches Bekämpfungsverfahren**

*Experiments on pathogenicity of Pasteuria spp. against the white Beet Cyst Nematode Heterodera schachtii - Potentials for a new biological control method*

**M. Daub, C. Watrin<sup>2</sup>**

Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland

<sup>2</sup>Syngenta Crop Protection AG

In den Deutschen Kernanbaugebieten von Zuckerrüben tritt der weiße Rübenzystennematode *Heterodera schachtii* als Hauptschädling auf. Für die Bekämpfung stehen zurzeit keine chemischen oder biologischen Verfahren zur Verfügung, so daß zurzeit hauptsächlich Resistenz- und Toleranzeigenschaften von Zwischenfrüchten und Zuckerrübensorten genutzt werden. *Pasteuria* spp. ist weltweit verbreitet und gehört zu einer Gruppe von endosporenbildenden Bakterien, die spezifisch als Parasiten von pflanzenparasitären Nematoden auftreten. In Deutschland konnten *Pasteuria*-Endosporen an pflanzenparasitären Nematoden in einem weiten ökologischen Spektrum unterschiedlichster Naturräume identifiziert werden (Sturhan, 1985). Der Wirtskreis bestimmter *Pasteuria*-Isolate ist innerhalb der Gattungsebene (z.B. *Heterodera*) nicht stark eingegrenzt, so daß potentielle Gegenspieler von *Heterodera schachtii* auch bei Isolat aus anderen Zystennematodenarten bekannt sind (Stirling, 2014). Mit dem Ziel ein neues biologisches Bekämpfungsverfahren gegen *H. schachtii* zu entwickeln, wurden in Kooperation mit Syngenta Crop Protection AG Versuche mit verschiedenen *Pasteuria*-Isolaten (*H. schachtii* und *H. glycines*) im Gewächshaus durchgeführt, bei denen eine positive Wirt-Parasit Beziehung bekannt war. Die Inokulation von *Pasteuria*-Endosporen erfolgte mit unterschiedlicher Sporendichte über die Saatgut-hüllmasse von anfälligen und toleranten Zuckerrübensorten. Da der Infektionsweg von *Pasteuria* über die Kutikula der freien Nematoden-Juvenilen (J2) erfolgt, wurden Testpflanzen, 10 - 14 Tage nach dem Auflaufen mit ca. 750 J2 / 100 ml inokuliert. Nach 250 Tagesgraden (Basis 8°C) wurde bei einem Teil der Pflanzen die Eindringung von Nematoden (Einfärbung mit Säurefuchsin) in Wurzeln bestimmt. Um den Einfluss der *Pasteuria*-Isolate auf die Reproduktion der Nematoden zu bestimmen, erfolgte die Erfassung der Endpopulationsdichte in den neu gebildeten Zysten nach 550 Tagesgraden. Im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle konnten *Pasteuria*-Isolate die Eindringung von Nematoden in die Wurzeln bei anfälligen Zuckerrüben reduzieren. Bereits mit geringeren Sporendichten waren die Anzahl neu gebildeter Zysten und auch die Reproduktion gegenüber der unbehandelten Kontrolle in beiden Zuckerrübensorten signifikant reduziert. Unter Feldbedingungen wirken sich populationsmindernde Effekte vermutlich erst längerfristig aus, da ein Teil der Nematoden die Zysten nur sukzessive verlässt.

### Literatur

- STIRLING, R. G. 2014: Obligate Parasites of Nematodes: Viruses and Bacteria in the Genus *Pasteuria*. In: *Biological Control of Plant-parasitic Nematodes*, 2nd Edition. STIRLING, R. G. Wallingford UK, Boston USA, CABI, 193-222.
- STURHAN, D. 1985: Untersuchungen über Verbreitung und Wirte des Nematodenparasiten *Bacillus penetrans*. In: Mitt. aus der Biol. Bundesanstalt für Land und Forstwirtschaft, Heft 226. *Beiträge zur Nematodenforschung*. Berlin, Paul Paray, 75-94.

## **17-5 - Activity profiling reveals changes in the diversity and activity of proteins in *Arabidopsis* roots in response to nematode infection**

**Marion Hütten, Melanie Geukes, Johana C. Misas-Villamil<sup>3</sup>, Samer Habash, Abdelnaser Elashr, Shahid Siddique, Renier A. L. van der Hoorn<sup>4</sup>**

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn (INRES) - Molekulare Phytomedizin, Karlrobert-Kreiten-Straße 13, 53115 Bonn, Deutschland

<sup>3</sup>Max-Planck Institut für Pflanzenzüchtungsforschung, Carl-von-Linné-Weg 10, 50829 Köln, Deutschland

<sup>4</sup>Universität Oxford, Institut für Pflanzenwissenschaften, South Parks Road, OX1 3UB Oxford, UK

Cyst nematodes are obligate, sedentary endoparasites with a highly specialized biology and great economic impact in agriculture. Successful parasitism involves morphological and physiological modifications of host cells that lead to formation of specialized syncytial feeding structures in roots. Development of syncytium is aided by a cocktail of nematode effectors that manipulate host plant activities in a complex network of interactions by post-translational modifications. Previous transcriptome and proteome studies of syncytium generated a wealth of data that is based on abundance rather than activity of transcripts or proteins. However, the function of a protein is reflected by its activity, which is regulated by pH, co-factors, temperature etc. Activity-Based Protein Profiling (ABPP) was recently introduced in plant sciences and has been proven highly useful to display differential enzymatic activities of proteins by using activity based probes (ABPs). ABPs are small molecular probes (biotinylated or fluorescent) that react with a specific subset of enzymes in an activity-dependent manner. To better understand functional proteomics that lead to formation of syncytia, ABPP was conducted on syncytia induced by the beet cyst nematode *Heterodera schachtii* in *Arabidopsis* roots. This approach has identified genes and pathways that may play essential roles in feeding site development. Our data show that activity of several papain-like cysteine proteases (PLCPs) and proteasomal subunits that are involved in activation of plant immune responses after pathogen attack is specifically suppressed in syncytia. Moreover, we identified effector proteins from *H. schachtii* that may target and inhibit PLCPs and proteasome in host plants. Our research contributes to a broader framework in understanding of cyst nematode parasitism and provides a platform to develop novel solutions against these pathogens.

## **17-7 - Population dynamics of *Globodera pallida* under potato monoculture**

**C. Eberlein, H. Heuer<sup>2</sup>, S. Vidal<sup>3</sup>, A. Westphal**

Institute for Plant Protection in Field Crops and Grassland

<sup>2</sup>Julius Kühn-Institut, Institute for Epidemiology and Pathogen Diagnostic

<sup>3</sup>University of Göttingen, Department of Crop Sciences, Grisebachstrasse 6, 37077 Göttingen, Germany

Potato crops are jeopardized by potato cyst nematodes *Globodera* spp. Several examples of suppressive soils where nematode reproduction is constrained by the activity of antagonists have been reported for cyst nematodes. The objective of this study was to monitor population densities of two populations of *Globodera pallida* under potato monoculture. The hypothesis to be tested was that continued culture of potato leads to a suppressive soil against *G. pallida*. Microplots infested with *G. pallida* Pa3, populations Delmsen or Chavornay, were planted to susceptible *Solanum tuberosum* 'Selma' from 2009 until 2013. Population densities of *G. pallida* were determined each year. Cysts were extracted and the contained eggs classified into healthy and diseased. Numbers of total eggs fluctuated during this study, as also did the percentage of diseased eggs, which increased from about 2% (2009) to almost 70% (2012). In fall 2012, soil samples collected from the microplots of both *G. pallida* populations were placed heat-treated or untreated in root observation boxes planted to potato 'Selma' and inoculated with *G. pallida* at 15,000 eggs per box. With first appearance, nematode females were counted weekly. After eight weeks, females and

cysts were picked from the roots, and examined for egg content. Maximum numbers of females visible on the roots after seven weeks declined until completion of the experiment. In Delmsen population, fewer eggs were found in untreated than heat-treated portions, suggesting a negative impact from a biotic factor, which is being investigated.

## **17-8 - Management von Wurzelgallennematoden (*Meloidogyne* spp.) im geschützten Anbau mit dem biologischen Nematizid BioAct WG (*Paecilomyces lilacinus* Stamm 251)**

*Management of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in protected cultivation systems with the biological nematicide BioAct WG (*Paecilomyces lilacinus* strain 251)*

### **Sebastian Kiewnick**

Agroscope, Institut für Pflanzenbauwissenschaften IPB, Schloss 1, Postfach, 8820 Wädenswil, Deutschland, sebastian.kiewnick@agroscope.admin.ch

Jedes Jahr entstehen durch Wurzelgallennematoden (*Meloidogyne* spp., WGN) große Schäden im Schweizer Gemüsebau. Besonders die tropischen Arten *Meloidogyne incognita*, *M. arenaria* und die vor kurzem entdeckte Art *M. enterolobii*, verursachen hohe Ertragsausfälle. *Meloidogyne enterolobii* wird seit 2010 auf der EPPO A2 Liste geführt und somit zur Regulierung empfohlen (Anonym, 2014). Diese Nematodenart besitzt eine ausgeprägte Pathogenität und Virulenz, die besonders bei nematodenresistenten Tomatenunterlagen zur starken Ertragsausfällen führen kann.

Da zur WGN-Regulierung nur eingeschränkt resistente Unterlagen bzw. Sorten zur Verfügung stehen, sowie eine chemische oder thermische Bodenentseuchung nur kurzfristige Wirkung zeigen, werden alternative Verfahren zur nachhaltigen Regulierung von WGN dringend benötigt. Das biologische Nematizid BioAct WG, auf der Basis des antagonistischen Pilzes *Paecilomyces lilacinus* Stamm 251, hat bereits in verschiedenen Anwendungen ein Potential zur Bekämpfung von *Meloidogyne*-Arten demonstriert (Kiewnick und Sikora, 2006). Daher wurden verschiedene Gewächshaus- und Plastiktunnelversuche zur Regulierung von WGN durchgeführt. Diese Praxisversuche wurden durch Gewächshausversuche unter kontrollierten Bedingungen ergänzt, um die Möglichkeiten zur Steigerung der biologischen Wirksamkeit zu untersuchen. Ziel war es Schäden bzw. Ertragsverluste zu minimieren und gleichzeitig die Populationsdichten von WGN nachhaltig zu reduzieren.

In den Versuchen auf Praxisbetrieben mit *M. enterolobii*-Befall wurden verschiedene Massnahmen zur Befallsreduktion mit der Anwendung von BioAct WG kombiniert. Es zeigte sich, dass besonders in mit *M. enterolobii* befallenen Gewächshäusern, wo bis dahin Ertragsausfälle von bis zu 50% zu verzeichnen waren, Schäden signifikant reduziert und die Populationsdichten nachhaltig gesenkt werden konnten. Neben der Behandlung mit BioAct WG zeigte sich ebenfalls ein positiver Effekt durch das Entfernen befallener Wurzeln, um die Populationsdichten in Gewächshausböden zu reduzieren.

Die Anwendung von BioAct WG mit einem Netzmittel (Trifolio S-Forte) förderte die Verteilung des Antagonisten in der Rhizosphäre der Tomatenpflanzen und steigerte die Wirkung noch zusätzlich. Dies konnte anhand eines Praxisversuchs in einem Betrieb mit *M. enterolobii* belegt werden. Durch die Anwendung von BioAct WG wurden der Gallindex und die Anzahl Larven im Boden signifikant reduziert. Die Kombination von Massnahmen zur Reduzierung der WGN Populationen, z.B. auch mit einer chemischen Behandlung (Dazomet), mit einer regelmässigen Anwendung von BioAct WG unterstützte die Nachhaltigkeit der biologischen Wirksamkeit deutlich.

#### Literatur

ANONYM, 2014: *Meloidogyne enterolobii*. EPPO Data sheets on quarantine pests. EPPO Bulletin. **44**, 1-5.

KIEWNICK S., R.A., SIKORA. 2006: Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* by *Paecilomyces lilacinus* strain 251. Biological Control. **38**(2), 179–187.